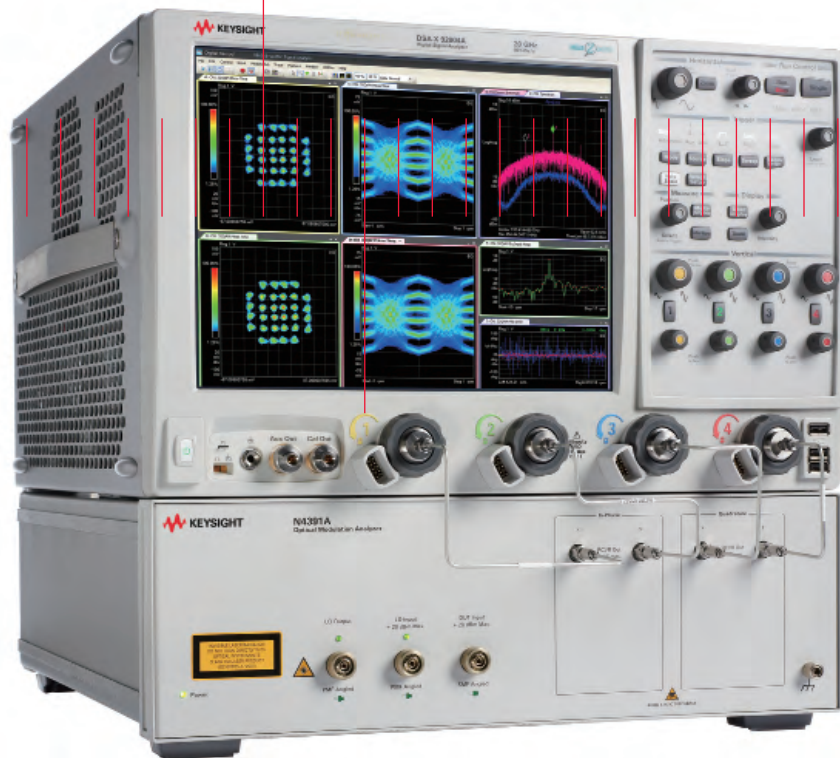


是德科技

N4391A 光调制分析仪 充满信心地执行测量

用于矢量调制信号的物理层探头

技术资料



充满信心地执行测量

查看测试结果，N4391A 让您充满信心

在规定信号质量后，N4391A 能采用和规定信号相同的参数来测量系统性能。而且这个测量结果显示的是实际信号，而不是仪器性能，从而让您充满信心。您只需几分钟便可进行简单设置并可对此进行验证：

N4391A 提供最精密的信号处理算法和最高的灵活性

仪器提供的算法包括：

- 检测单偏振和双偏振用户信号
- 对于大多数调制制式透明
- 通道内 CD 和 PMD 测量和补偿
- 根据您的需求，轻松灵活地采用内部参数算法
- 在线 MATLAB 调试功能

N4391A 提供了一套功能强大的工具且经过上万射频工程师的验证，能够调试最棘手的错误问题

该分析软件以业内标准的是德科技矢量信号分析 (VSA) 软件为基础，同时对光测量要求进行了扩展，如双偏振数据处理。它是射频和移动工程实验室的主要设备，可提供分析复杂调制（或矢量调制）光信号所需的全部工具。它提供有大量参数，可对测得信号的完整性进行验证。其中，最常用的一个是多达 4096 个符号的误差矢量幅度 (EVM) 的归一化几何错误。此外，您还可根据自己的需求使用运算和宏功能进一步扩展软件功能。

特性和优势

- 高达 33 GHz 的硬件模拟带宽
- 高达 60 Gbaud 的系统速率分析能力
- 几分钟内轻松完成性能验证
- 本底噪声比 QPSK 光发射机优 4 倍
- 4 通道偏振分集检测
- 实时采样提供最佳的相位跟踪
- 用户可选的相位跟踪带宽
- 规定的仪器性能
- 支持 100G 的调制制式和未来的太兆位传输
- 使用在射频世界中公认的误差矢量概念
- 无需提供时钟输入或采用硬件时钟恢复器件
- 分析任何 PRBS 或真实数据
- 实时高分辨率频谱分析
- 激光器线宽测量
- 比特误码分析，甚至可以使用偏振多路复用信号
- CD 和一阶 PMD 补偿和测量

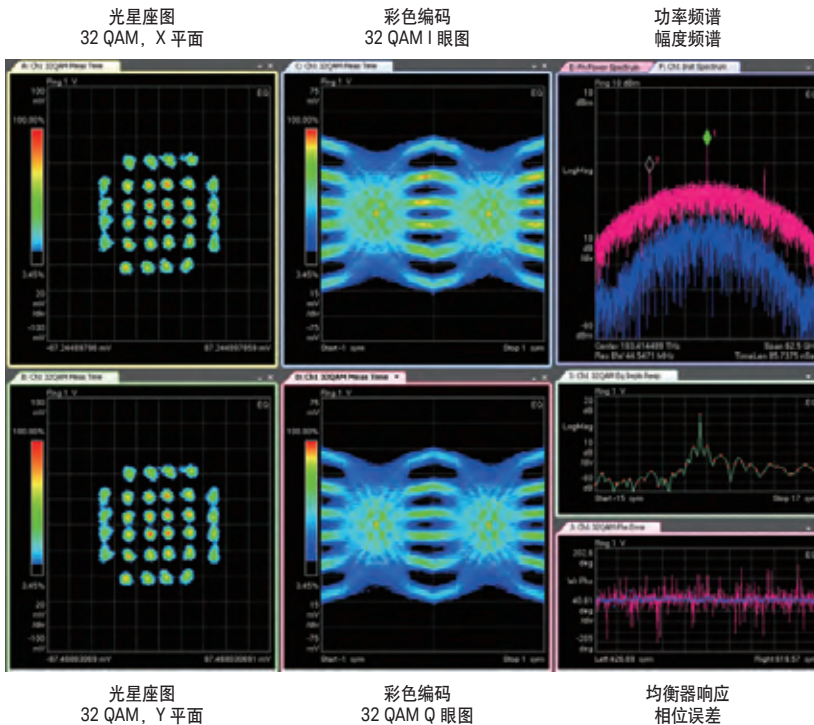
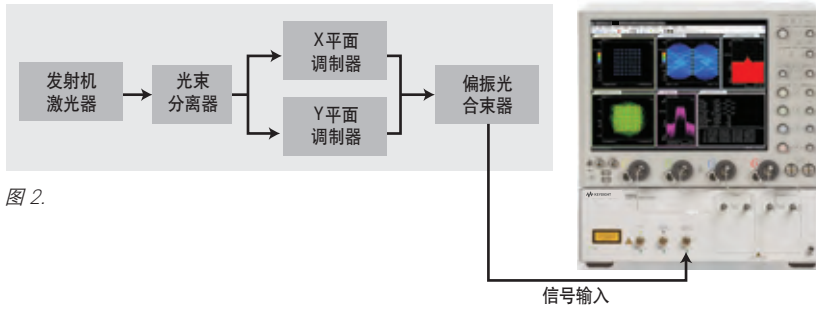


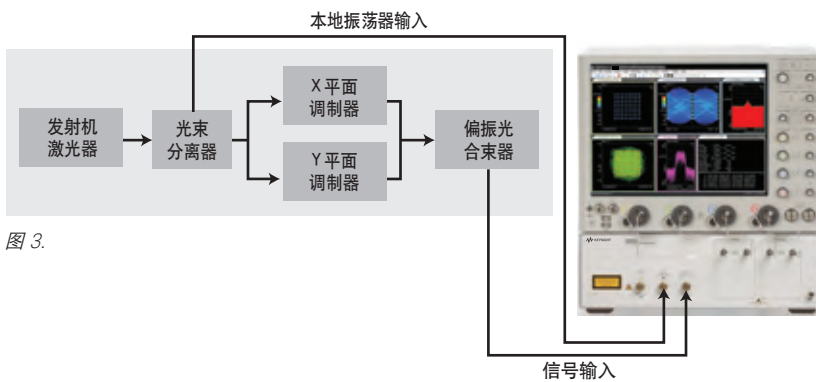
图 1.

发射机信号认证软件



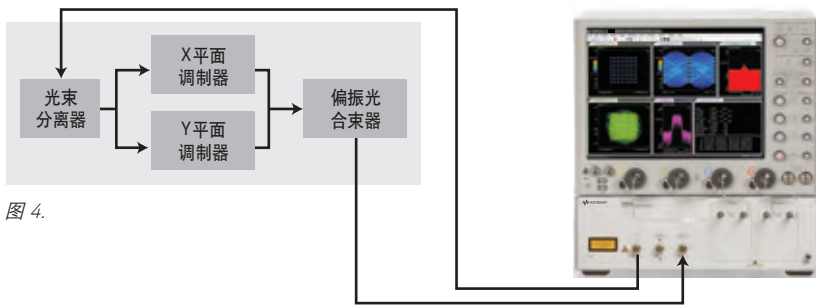
发射机信号完整性表征

- 发射机性能验证
- 制造过程中的发射机最佳调整
- 发射机厂商资格验证
- 制造过程最终的合格/不合格测试
- 用于提供最佳信号保真度的发射机部件测试



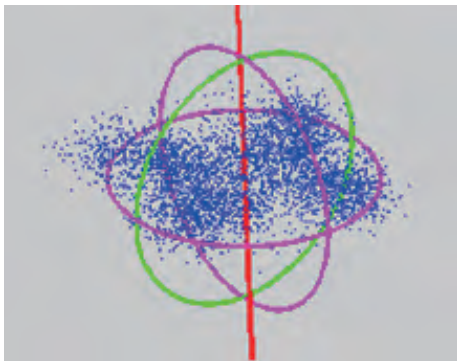
零差元器件表征

- 元器件测试和载波激光器相位噪声相互独立
- 系统中的调制器认证
- 系统放大器中的调制器驱动程序性能验证
- 研发中的高级调试



元器件测试

- 经济高效的调制器测试
- 经济高效的调制器驱动程序测试
- IQ调制器应用软件的最后标准测试
- 先进的研究



其他发射机测试应用软件

- 先进的高效调制制式研究
- 发射机开发中的先进调试
- 载波激光器认证
- 物理层的 BER 验证
- 斯托克斯空间中的信号分析用于验证发射机输出的偏振特性。图 5 所示的是斯托克斯空间中的 DP-QPSK 信号分布示例。

链路测试应用软件

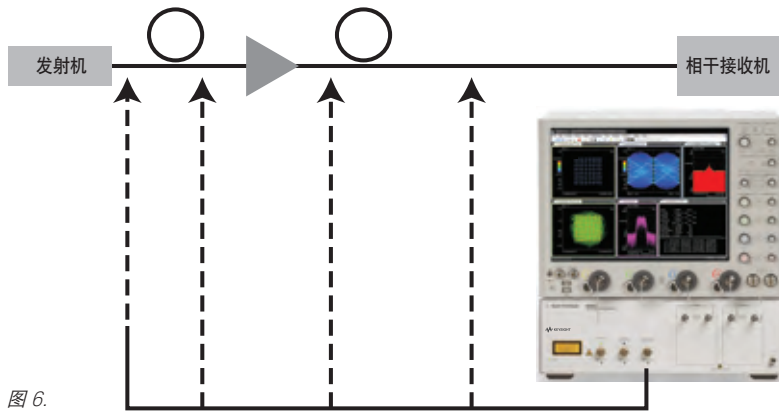


图 6.

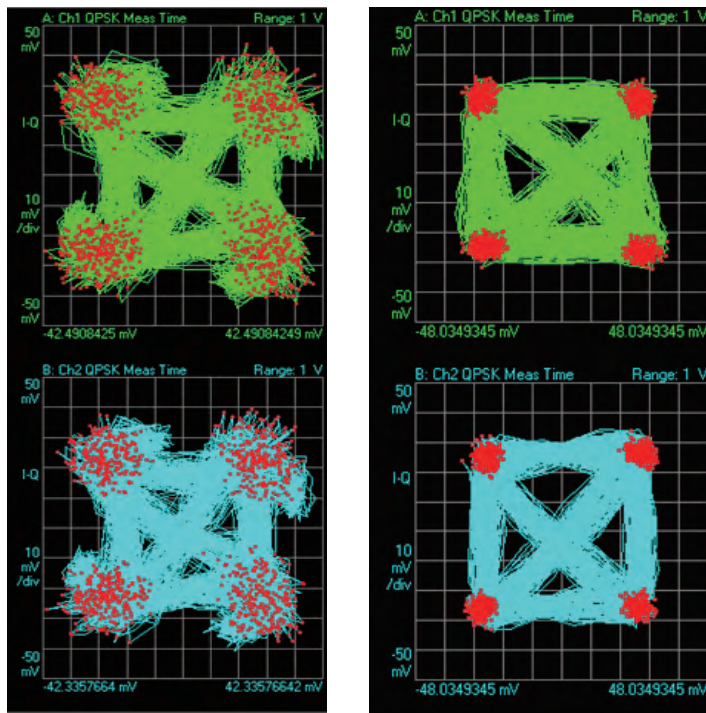


图 7. 左侧屏幕快照显示的是 CD 补偿前的信号，右侧屏幕快照显示的是应用一个可用 CD 补偿算法后的星座图。

CD、PMD 测量

沿光链路的损耗会造成接收信号失真，并可通过失真星座图显示。实时高效链路失真补偿算法目前正在开发中。N4391A 先进的 CD 和 PMD 算法不仅可以补偿此类失真，而且可以测量通道内 CD 和一阶通道内 PMD。

链路验证

新工具可以通过测量矢量调制信号上的链路损耗来表征光链路。对于关注光链路性能特征的科研工程师和科学家来说，这些工具可以表征沿链路传输至接收机的矢量调制信号。

用于测试链路的工具

- CD 补偿
- 通道内 CD 测量
- PMD 补偿
- 通道内一阶 PMD 测量
- 用于环路实验的触发模式 (选通)
- 4 个不同的 CD 补偿算法选择
- 4 个不同的 PMD 算法选择
- 误差矢量幅度测量 (用作信号质量指标之一)
- 物理层 BER
- 支持用户定义算法

使用这些工具可以方便的创建图表，以显示信号质量受 CD、PMD、损耗或 PDL 的影响状况。甚至非线性链路损耗的效应也可以通过 EVM 进行验证。

算法开发

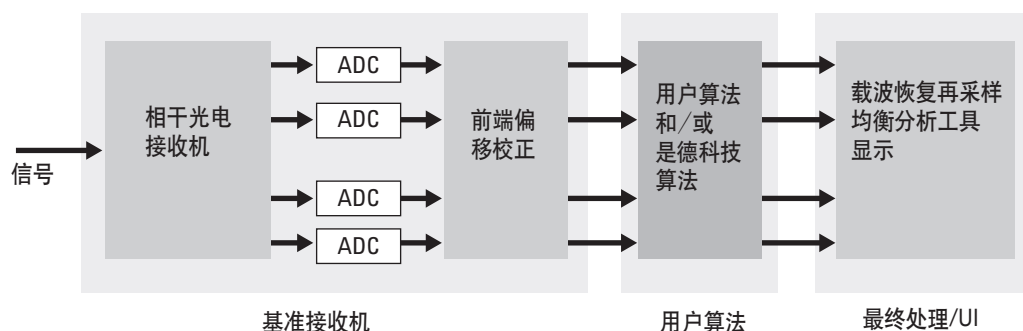


图8. N4391A使用基准接收机进行预处理、最终处理、解码和显示的信号流程

用户算法集成

N4391A可与完善的规定基准系统进行良好协作，这将极大地加快相干接收机的开发过程，使用户对测试结果更有信心。即使待开发接收机的第一个硬件还未到位，算法开发工作也可开始启动。

图7中列出的是光调制分析仪的信号流程图。基准接收机包括相干信号侦测、模拟数字转换以及对来自光混合和信号检测的所有物理减损进行校正等整个过程。它的功能和具有32 GHz实际模拟带宽的理想接收机非常接近。

此信号可作为数据后处理系统的输入。数据后处理系统包括是德科技提供的算法和/或用户算法。算法的序列可以任意选择，没有任何限制，并且可在测量期间进行更改。

此外，这些近乎完美的基准原始数据现在可以记录、存储和回放，以便使用不同的参数设置或用户算法进行后期分析，这使其更加灵活，用户只需记录一次数据就可进行多项后期处理。

任何广泛使用的工具都可作为其编程环境，如仪器固有的C、C++或MATLAB®。

MATLAB和Visual C#编程环境的模板是仪器软件的一部分，可为用户算法提供一个良好的开端。

算法开发 (续)

用户可选的偏振和相位追踪环路增益

N4391A 拥有可进行偏振和相位追踪的口碑极佳的灵活算法，这些算法此前已可适用于所有的 QAM 和 PSK 制式，现在更是进一步得到改进。现在用户已可修改偏振和相位追踪的环路增益。

这使 N4391A 可作为用户接收机以相同的追踪增益进行测量，并提供和那些最终传输系统极其相近的结果。

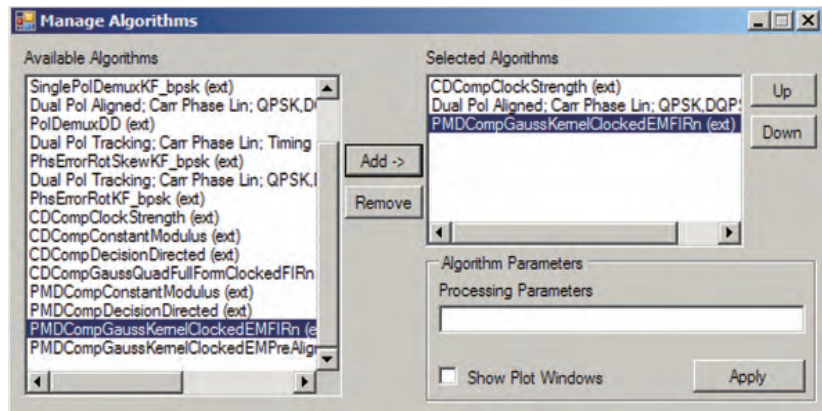
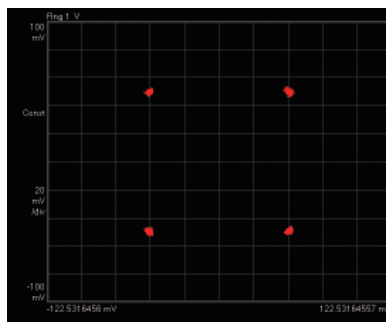
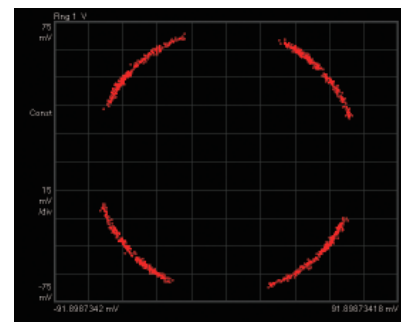


图9. N4391A 窗口用于管理用户算法和是德科技提供的算法。即使在进行测量时，右侧的序列选择也可快速进行更改。



相位追踪高环路增益



相位追踪低环路增益

图10. N4391A 对同一输入信号进行分析可采用两种不同的相位追踪环路增益设置。

星座图和眼图分析

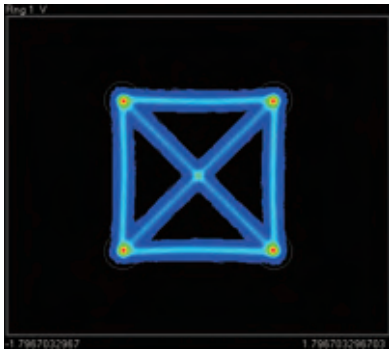


图 11.

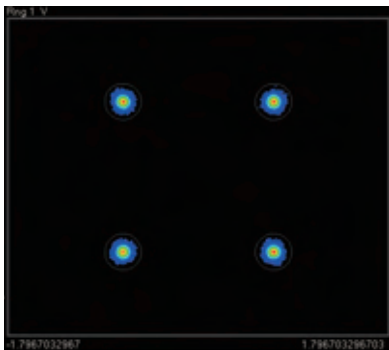


图 12.

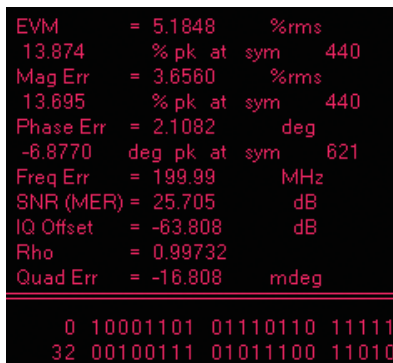


图 13.

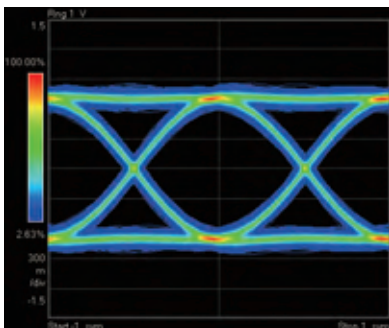


图 14.

光 I-Q 图

I-Q 图也称极性图或矢量图，可以显示解调数据，即 X 轴上相位内信号(I)与 Y 轴上正交相位信号(Q)的迹线。彩色编码显示可使复杂的数据统计变得清晰而简洁。

此工具可以更深入地分析信号转换特性，显示过冲或指示信号在未靠近直线位置转换时带宽是否受限的迹象。

光星座图

星座图只在特定时间间隔显示信息。星座图显示对应符号时钟时间的 I-Q 位置。这些点通常称为探测决定点，也可被称为数字符号。星座图可用于识别幅度失衡、正交误差或相位噪声等。

星座图可用于快速分析传输信号的质量，因为星座图的各个点可以显示失真或偏置。此外，量化偏置和失真值，可以轻松地与其他测量进行对比。

符号表 / 误差概述

这是利用数字解调工具强大功能获得的一个结果。您可以看到解调比特，以及解调符号的错误统计。查看 rms EVM 值可以快速评估调制精度，下图也显示了其他重要参数的报告。

- I-Q 偏置
- 正交误差
- 增益失衡

I 或 Q 信号的眼图

眼图是 I(真实)或 Q(虚构)信号随时间变化的迹线，由符号时钟触发。显示可以配置，以同时显示信号的实部眼图(I)和虚部眼图(Q)。

眼图是光开 / 关键控调制分析中常用的分析工具。但此处的分析功能添加了信号的虚部。

信号完整性和比特误码分析工具

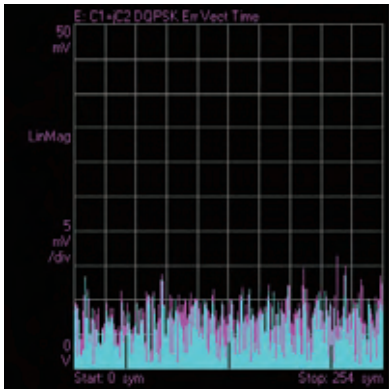


图 15.

误差矢量振幅

误差矢量时间迹线显示 I-Q 测量信号与 I-Q 基准信号对应符号点之间的计算所得误差矢量。数据可以作为误差矢量幅度、误差矢量相位、仅 I 组件或仅 Q 组件显示。

该工具可以快速查看信号与理想信号的差异程度。

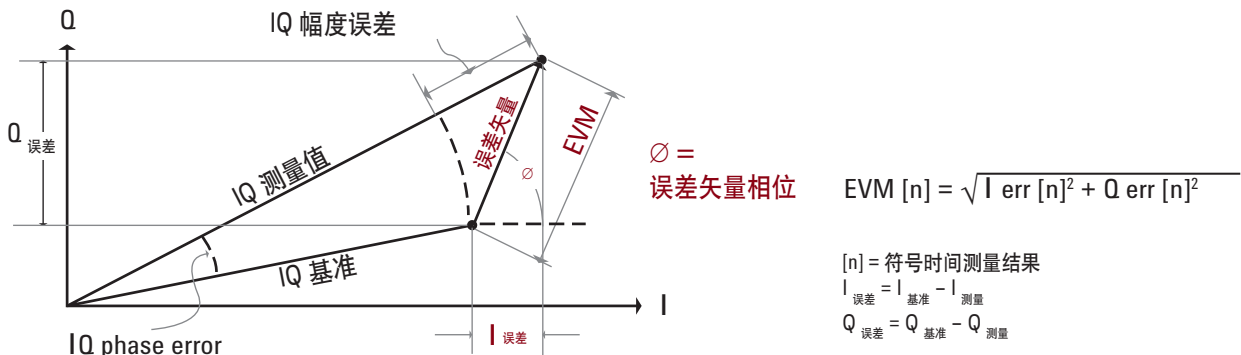


图 16.

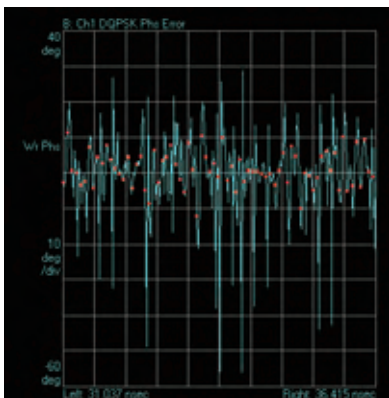


图 17.

相位误差分析

误差矢量分析是一个强大的工具，可以提供 EVM，以及每个符号或采样的幅度和相位误差（图 15）。同一个图中可显示每个采样点和每个星座图的相位误差，以展示转换过程。

此信息可显示相位误差的形状，相位误差可以为重复形状或随机形状，而这可以为您提供一个有价值的线索，用于（例如在抖动分析中）分析相位误差源。

频谱分析和发射机激光器表征

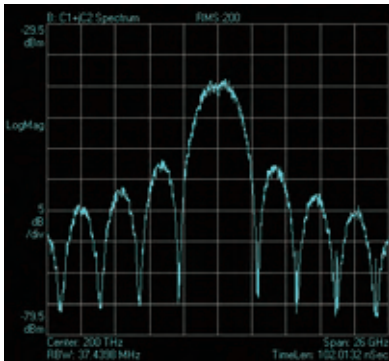


图 18.

窄带、高分辨率频谱

窄带高分辨率频谱能够显示时域信号的傅立叶变换频谱。频谱的中心频率与作为用户接口输入的本地振荡器的频率相对应。

该工具可以简要概述分析信号的频谱，并得出对传输系统通道带宽的要求。图 17 中的频谱图显示了频谱随时间的变化，可选择用于监测载波激光器的漂移。

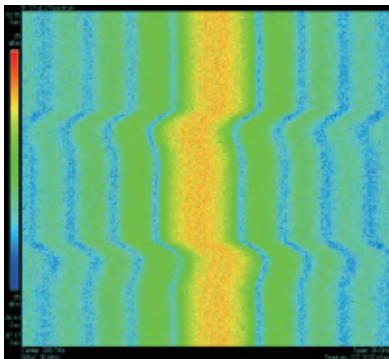


图 19.

频谱图

频谱图显示是查看迹线数据随时间变化的另一方法。在频谱图中，使用颜色来指示幅度值。在频谱分析仪应用软件中，频谱图中的每条水平线都代表着一次采集记录。

通过观察频谱随时间的变化，用户可能能够检测到通常无法观察到的偶发事件。这些偶发事件可能仅在一个或两个屏幕更新中出现。

此外，它还能用来检测发射机激光器的长期漂移，或者检测激光器频谱的周期结构。

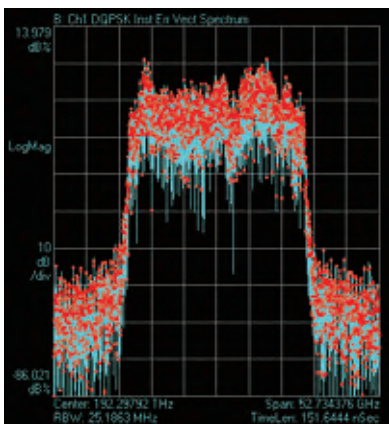


图 20.

误差矢量频谱

EVM 频谱测量可通过对 EVM 随时间变化的迹线进行 FFT 运算来实现。误差迹线中的任何周期分量在误差矢量频谱中都会显示为一条单独的线。使用此工具来分析被检测信号，能够检测出标准频谱中的重叠毛刺。

因此，在标准信号频谱中无法观察到的毛刺现在可以检测出来。这将有助于达到发射机的最佳信号质量，或者用于检测传输系统中很难发现的问题。

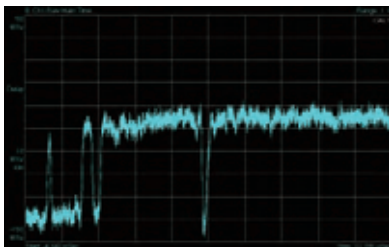


图 21.

激光器线宽测量

在采用先进光调制制式的光相干传输系统中，发射机信号的性能和由它得出的系统罚值严重依赖于发射机激光器的稳定性。此频谱分析工具还能显示未调制的发射机激光器在所测时间周期内的频率偏移。在图 20 中，DFB 激光器的频率偏移在 Y 轴显示，X 轴显示的是测量时间。

这样可以极好地观察激光器的时间解析频率稳定性，并有助于检测造成跳模的误差。

普通 APSK 解码器

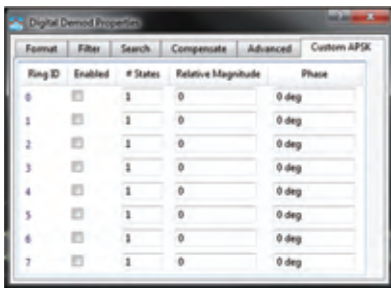


图 22.

客户可配置的 APSK 解码器

这种新型的普通解码器使用户可以根据使用的 IQ 信号来定制解码方案。

8 个幅度等级和 256 个相位等级可以自由组合。这为专有调制制式传输特性的定义和测试研究几乎提供了无限自由。

其设置简单而直接，以下是一些示例。

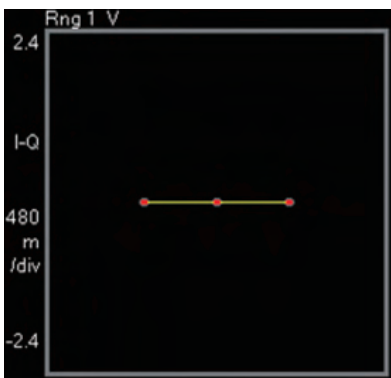


图 23.

光双二进制解码器

40G 传输系统经常使用光双二进制格式。为了测试发射机输出或链路上的物理层信号，分析软件现已支持这种常用光制式。预定义的设置现已包括预配置的光双二进制解码器，它是仪器和分析软件的一部分。

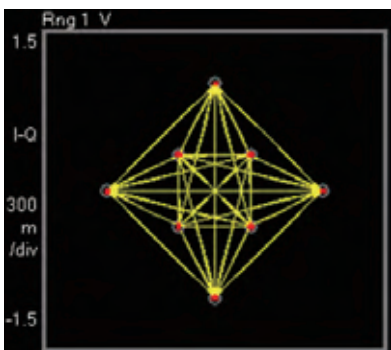


图 24.

光 8 QAM 解码器

本编码方案利用星座点间的最大距离对每个符号进行 3 位编码，它可提供一个良好的信噪比。

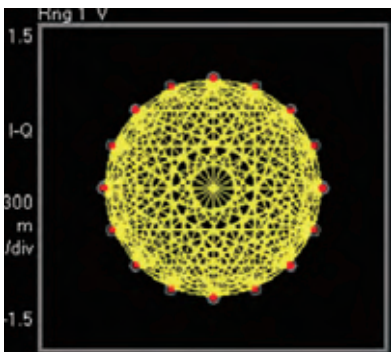


图 25.

光 16 PSK 解码器

这是更复杂的纯相位调制光信号的另一个实例，有时在研究中使用。

对于这种客户定义的 APSK 解码器，预定义的解码器也能提供相同的分析工具。

N4391A 方框图

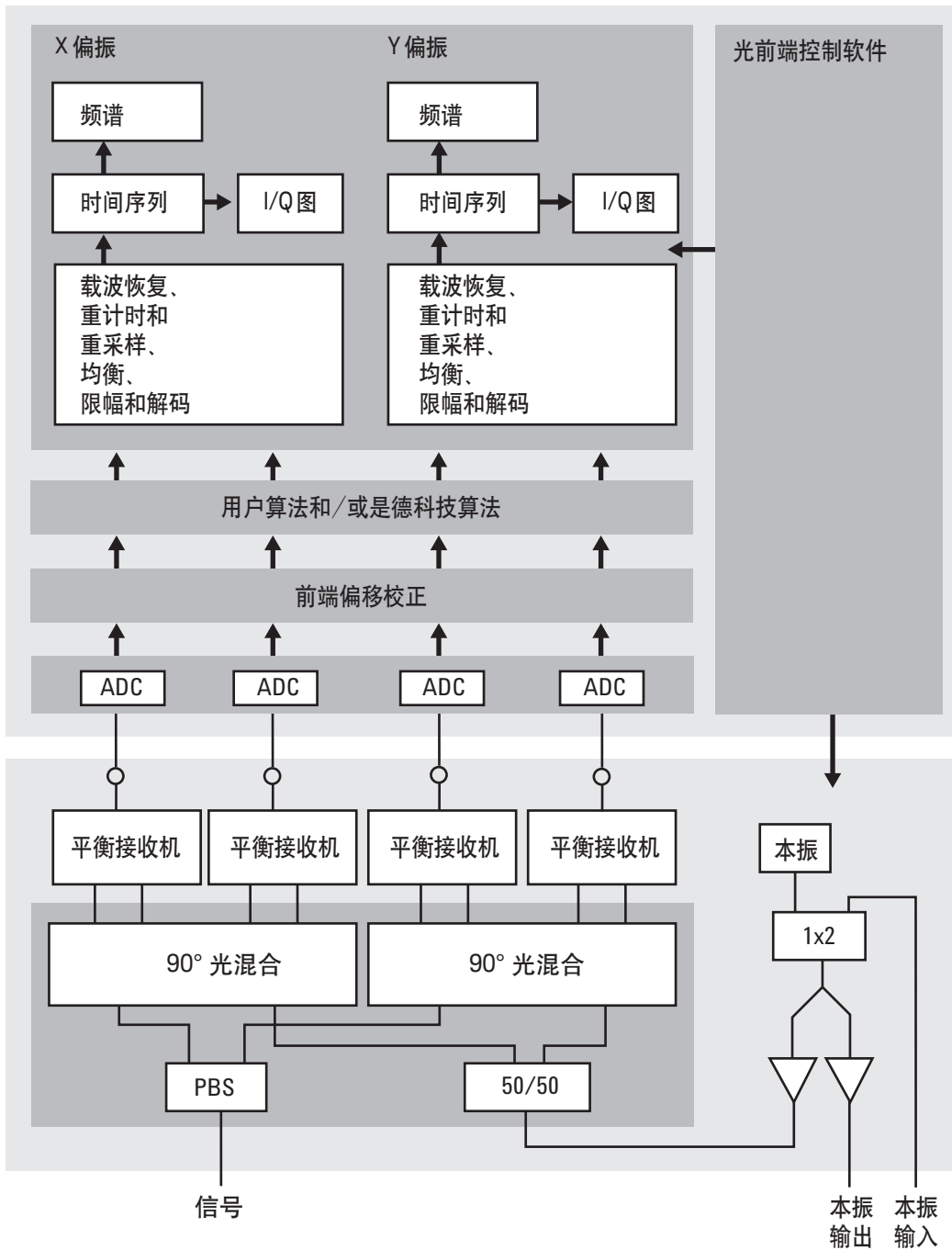


图 30. 光调制分析仪方框图

用于 N4391A 的 Infiniium 90000 Q 系列示波器

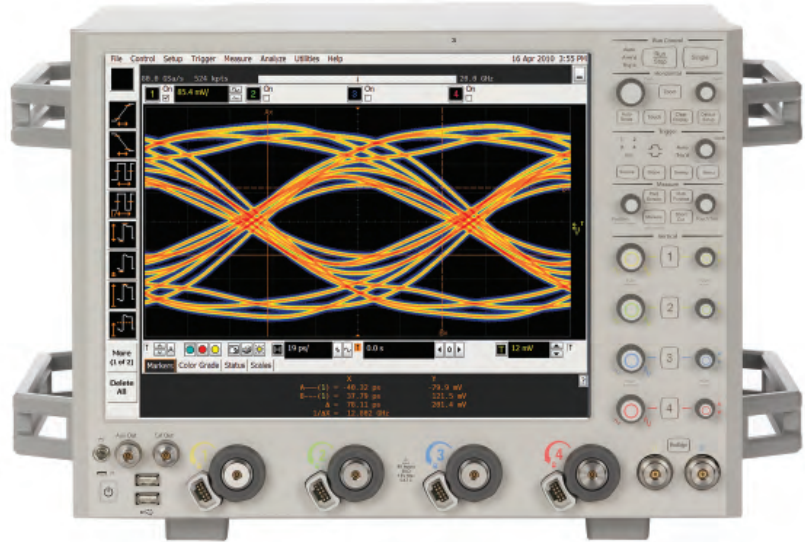


图 31. Infiniium 90000 Q 系列示波器。

在传统电和光测量几乎达到能力极限的条件下，理想的示波器将帮助您探索未知的现象及其本质。

Q 系列示波器正是为实现这一目标而设计，它是我们将是德科技的专业微波技术经验应用于实时示波器的又一创新举措。即便在其业界领先的带宽上，Q 系列也能让您实时查看最快速的信号。请尽快为您的实验室装备 Q 系列，获得真正的测量优势。

技术指标

- 33 GHz 模拟带宽
- 2 通道采样率: 160 GSa/s
- 4 通道采样率: 80 GSa/s
- 2 Gpts 存储器
- > 20 GHz 边沿触发带宽
- 30 GHz 探测系统

特性和优势

- 在四个通道上提供高达 33 GHz 的硬件模拟带宽
- 高达 120 Gbaud 的符号率分析
- EVM 本底噪声比典型的 QPSK 发射机优 4 倍
- 完整的解决方案提供紧凑的四个通道
- 4 x 80 Gs 实时采样提供最佳的相位跟踪
- 完善的界面包括您自己的 MATLAB 算法
- 客户可配置的 APSK 和 OFDM 解码器

用于 N4391A 的 Infiniium 90000 Q 系列示波器 (续)

在新一代光通信研究中使用

作为一台功能全面的仪器，Q 系列示波器还可与 N4391A 光调制分析仪结合使用。这种紧凑型解决方案提供目前市场上最高的带宽，作为最先进的测试解决方案，适用于 400 G 的尖端科研和太兆位传输。

对于使用 100 G 及以上带宽范围的研发实验室，这种紧凑的、易于使用的解决方案可作为 100 G 传输的基准系统，适用于较低的 20 GHz 带宽范围。

通过提供四个 33 GHz 带宽的通道，Q 系列使您无需使用第二个仪器进行双偏振分析，从而节省资金。

如果您在使用光接收机的同时还需要强大的分析功能，可以单独购买 N4391A 分析软件。

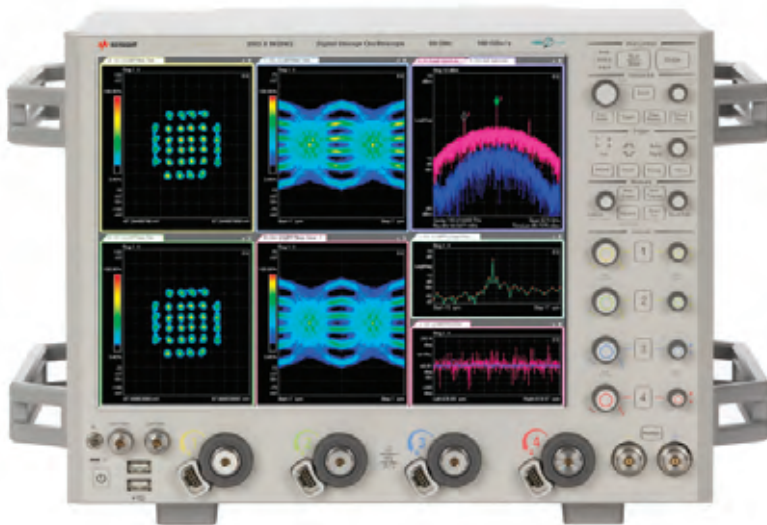


图 32. N4391A 提供了一套功能强大的工具且经过上万射频工程师的验证，能够调试最棘手的错误问题

配置包含大量通道的系统

测量单一相干光通道的 I 和 Q 矢量分量，需要使用两个示波器 ADC 通道。通过调制正交偏振和 / 或多芯光纤，可以进一步增加系统容量。

每增加一个有效载波，便需要增加一对示波器通道。Keysight 90000 Q 系列可以配置为 4 个通道，每个通道具有 33 GHz 带宽。

对于需要更宽带宽的应用，可在双通道上提供超过 60 GHz 的带宽。为了增加通道数或创建两个以上超过 60 GHz 带宽的通道，可将多个示波器结合使用。通过使所有示波器都以 10 MHz 作为公共基准频率，可以在整个系统内实现同步，通道间的计时不确定度小于 200 fs。

用于 N4391A 的 Infiniium 90000 Q 系列示波器 (续)

在传统光电测量几乎达到能力极限的时候

您需要突破示波器带宽限制，执行上升时间测量：

Q 系列是是德科技首款采用 RealEdge 技术的示波器，在双通道上提供业界领先的 63GHz 带宽。RealEdge 技术使用定制芯片，可顺利提高 Q 系列示波器的带宽。

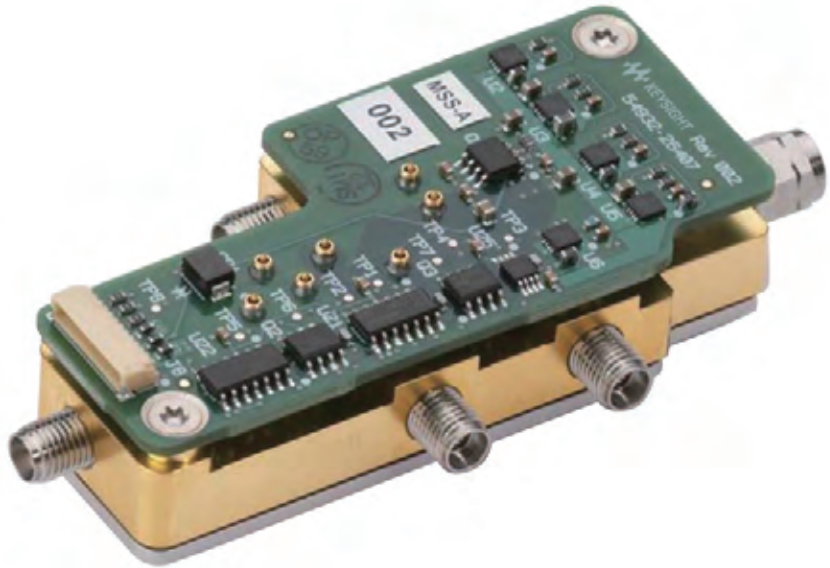


图 33. 最新的 Infiniium RealEdge 技术支持 63 GHz 实时带宽

您需要查看信号，而不是测量系统：

借助是德科技专有的磷化铟技术，N2806A PrecisionProbe Advanced 可生成高达 5 ps (20/80) 的信号边沿。Q 系列能够对其进行测量。

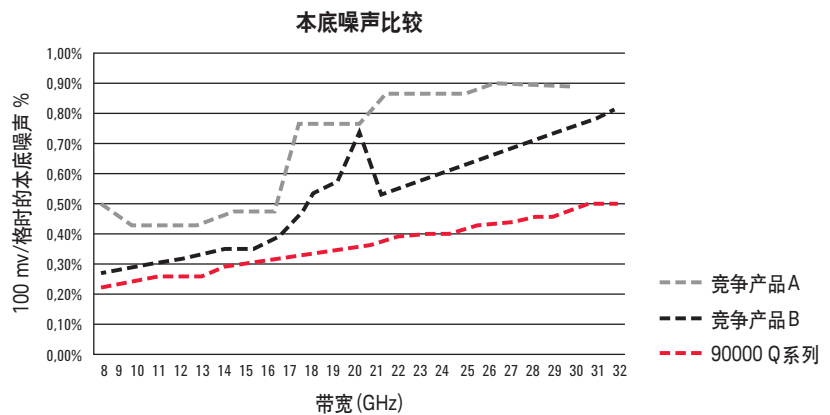


图 34. 90000 Q 系列具备业界最低的本底噪声 (噪声以满量程百分比形式显示)。

用于 N4391A 的 Infiniium 90000 Q 系列示波器 (续)

您需要查看信号，而不是示波器噪声：

Q 系列秉承屡获殊荣的 Infiniium 90000 X 系列示波器的先进技术，提供领先的信号完整性技术指标。Q 系列充分利用前沿的磷化铟芯片技术和定制薄膜封装技术，最终形成了拥有业界最低本底噪声的实时示波器。Q 系列具有业界领先的带宽，可让您实时查看最快速的信号。

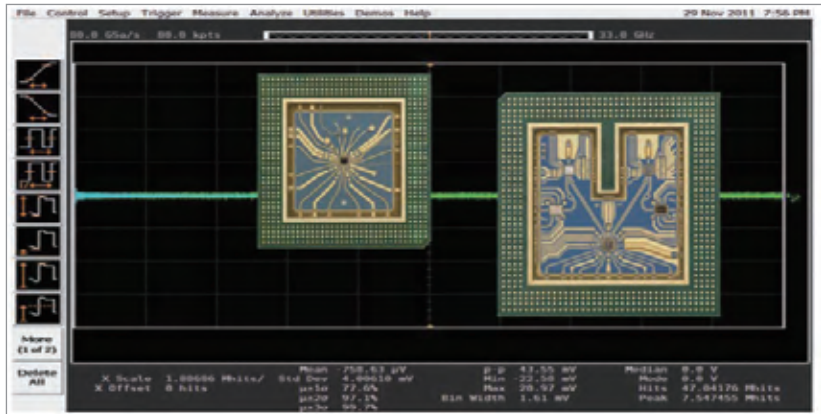


图 35. Infiniium 的定制多芯片模块采用磷化铟芯片和是德科技专利封装技术，支持高带宽和低噪声。

定义

通常，所有的技术指标都是在所述的工作和测量条件以及设置下有效，并且电源电压保持稳定。

技术指标（保证值）

描述指定条件下产品的有效保证性能。技术指标包括保护频段，以防止可以预见的、由于环境改变和元器件老化造成的统计数据结果分布和测量不确定度的改变。

典型值（特征）

特征描述的是产品的一般性能，但不是保证值。典型值是指仪器在典型设置下所获得的测量数据。

一般特征

对仪器使用给予附加信息，这是一个概括性的描述术语，不能反映仪器的性能水平。

数字解调测量条件

- 数据采集: DSA 91304A 系列和 DSOX 90000 Q 系列
- 办公环境
- 信号功率: +7.5 dBm
- 示波器量程: 20 mV/格
- I-Q 带宽: 12.5 GHz
- (D) QPSK 解调
- 单偏振校准; 载波, 相位线性化算法
- 500 个符号/分析记录

一般特征

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| 尺寸(宽 x 高 x 深) | | |
| 基于 Q 系列的 N4391A 系统 | | 51 cm(20.0 英寸) x 47 cm(18.5 英寸) x 52 cm(20.5 英寸) |
| DSOX9xx04Q 示波器 | | 51 cm(20.0 英寸) x 34 cm(13.3 英寸) x 49 cm(19.4 英寸) |
| 光接收机 | | 48 cm(18.9 英寸) x 13 cm(5.2 英寸) x 49 cm(19.4 英寸) |
| 包装尺寸 | | |
| DSOX9xx04Q | | 69 cm x 48 cm x 81 cm |
| 光接收机 | | 65 cm x 49 cm x 79 cm |
| 重量 | | |
| 产品净重 | DSOX9xx04Q | 32 kg(71 磅) |
| | DSA 91304 | 20 kg(44 磅) |
| | DSOX9xx04Q-N4391A- 系统 | 48 kg(106 磅) |
| 产品包装 | | 60 kg(132 磅) |
| 电源要求 | | |
| 100 至约 240 V, 50 至 60 Hz | | |
| 光接收机 | | 最大 300 VA |
| 存储温度范围 | | |
| -40° C 至 +70° C | | |
| 工作温度范围 | | |
| +5° C 至 +35° C | | |
| 湿度 | | |
| 15% 至 80% 相对湿度, 无冷凝 | | |
| 工作海拔高度 | | |
| 0 至 2000 米 | | |
| 推荐的重新校准周期 | | |
| 1 年 | | |
| 装运部件 | | |
| 1x N4391A 光相干接收机 | | |
| 3x 81000NI FC/APC 连接器接口 (数量取决于所订购的选项) | | |
| 1x 81645-44309 语言标签纸 | | |
| 1x 8710-1765 扭力扳手, 8 磅-英寸, 5/16 英寸 | | |
| 1x 8710-2466 开口扳手, 8 毫米, 钢质镀铬 | | |
| 1x 9230-0333 校准证书 | | |
| 1x 9300-1405 保护腕带, 6- lg 蓝色 | | |
| 1x 9320-6654 中国 RoHS 光测试与测量产品附录 | | |
| 1x E5525-10285 UK6 报告 | | |
| 1x N4391A N4391-90A01 入门指南 | | |
| 1x 电源线 (取决于国家或地区) | | |

一般特征 (续)

| 数据采集部件 | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1x 示波器, 包括所有标配附件 | |
| 1x 1150-7799 USB/PS2 光学鼠标 | |
| 1x 1150-7896 104 键 USB 标准键盘 | |
| 1x 1150-7997 缓冲柄触笔 | |
| 1x 54916-61626 校准电缆 | |
| 1x 8121-1695 电缆组装 USB 插头 A 至 B 4-COND 500 mm | |
| 1x 54916-60003 连接器保护圈套件, 每套 10 个 | |
| 1x 54916-68717 电缆 3.5 毫米阴头至阴头套件, 每套 5 个 | |
| 1x 54932-92000 英文版快速入门指南 | |
| 1x 5190-1894 软件 / 固化软件附录 | |
| 1x 9320-6678 中国 RoHS 示波器附录 | |
| 8x 平头十字槽螺丝 | |
| 1x 0515-1402 T15 梅花头螺丝, M3.5X0.6 8 毫米长 | |
| 3x 90° 平头螺丝 | |
| 1x 0515-2033 T10 梅花头螺丝, M3X0.5 10 毫米长 | |
| 1x N4391-04106 示波器接口板 | |
| 1x N4391-04108 B 型示波器适配器板 | |
| 1x N4391-04109 B 型示波器背部支架 | |
| 2x N4391-25073 背部支架 | |
| 1x N4391-61663 B 型单示波器装置射频电缆套件 (包括的部件如下) | |
| 相干接收机光输入 | |
| 被测件输入 | + 20 dBm 最大值 9 μm 单模弯角 81000 连接器接口 |
| 本振输入 | + 20 dBm 9 μm PMF 弯角 81000 连接器接口 |
| 本振输出 | + 20 dBm 最大值 9 μm PMF 弯角 81000 连接器接口 |
| 激光源安全信息 | |
| 上面列出的所有激光源均属于 IEC 60825-1/2007 标准规定的 1M 等级。 | |
| 所有激光源均符合 21 CFR 1040.10 标准, 但不符合 2007 年 6 月 24 日声明的第 50 号激光源通知的情况除外。 | |
|  | |

技术指标

表 1. 除非另有说明，技术指标均为典型值。

| 光调制分析仪 | | |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 描述 | | |
| 最大可检测波特率 | | 高达 62 Gbaud |
| 采样率 | | 4 x 80 Gs/s |
| 偏振校准算法的数量 | | 6 |
| 数字解调不确定度 | | |
| 误差矢量幅度本底噪声 | | 1.8 %rms |
| 幅度误差 | | 1.1 %rms |
| 相位误差 | | 0.9° |
| 正交误差 | | 0.05° |
| 同相 (I) 和正交 (Q) 间的增益失衡 | | < 0.007 dB |
| 图像抑制 | | > 35 dB |
| 信噪比 | | > 60 dB |
| 灵敏度 | | -20 dBm |
| 支持的调制制式 ¹ | | |
| BPSK、8BPSK、VSB -8、-16、 | FSK 2、4、8、16 级 | 边沿 |
| 偏置 QPSK、QPSK、Pi/4 QPSK | DQPSK、D8PSK | DVB QAM 16、32、64、128、256 |
| QAM 16、32、64、128、256、512、1028 | MSK 1 型、2 型 CPM (FM) | APSK 16/32 (12/4 QAM) |
| StarQAM 16、32 | 普通 APSK 解码器 | |

1. 对于低配版本，仅支持 BPSK、DP-BPSK、DPSK、DP-DPSK、QPSK、DP-QPSK。

技术指标 (续)

表 2. 除非另有说明, 技术指标均为典型值。

| 相干基准接收机 | | |
|-----------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 描述 | | |
| 被测件光输入 | | |
| 光输入波长范围 | 1528 nm 至 1630 nm | |
| 最大输入功率 | +14 dBm | |
| 最大输入功率, 损坏电平 | +20 dBm | |
| 接收机偏振消光比 | > 40 dB | |
| 平均输入功率监测精度 | ±0.5 dB | |
| 本地振荡器光输出 | | |
| 光连续波输出功率 | > +14 dBm | |
| 波长范围 | 1528 nm 至 1630 nm | |
| 外部本地振荡器输入 | | |
| 光输入波长范围 | 1528 nm 至 1630 nm | |
| 外部本地振荡器输入功率范围 | 0 dBm 至 +14 dBm | |
| 最大输入峰值功率 (损坏电平) | +20 dBm | |
| 小信号增益, 外部激光器输入至本地振荡器输出 (-20 dBm 本振输入功率) | 28 dB(1550 nm) | |
| -3 dB 压缩的饱和输出功率 | 15 dBm | |
| 其他 | | |
| 电带宽 | 标准版本 | 43 GHz, 37 GHz 可保证 |
| | 低配版本 (软件可升级) | 22 GHz |
| 校正后的 I-Q 混频器光相位角度 (1529 nm 至 1630 nm) | 90° ± 0.5° | |
| 校正后的相对偏差 (1529 nm 至 1630 nm) | ±1 ps | |

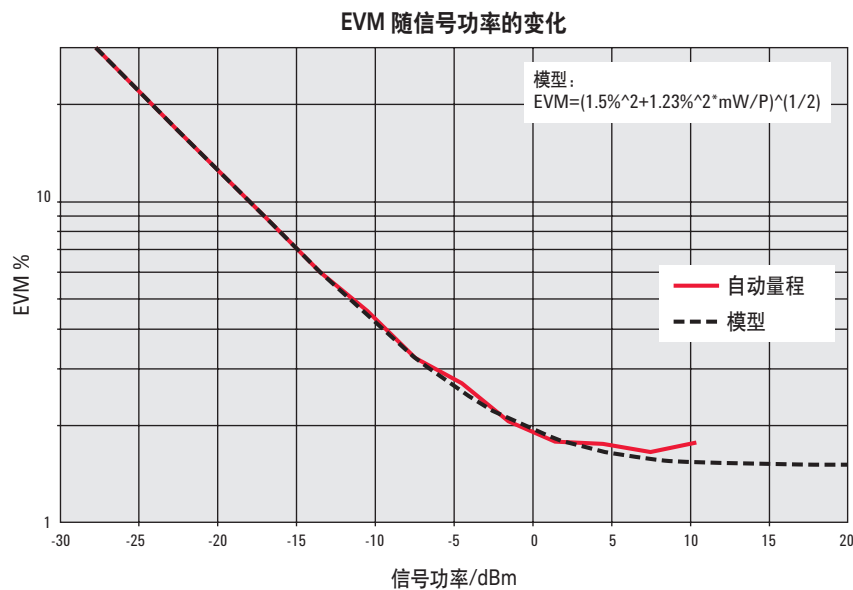


图 36. EVM %rms 取决于平均光输入功率。

本图所示的是作为信号输入功率函数的误差矢量幅度 (%rms), 这些 EVM 是在对 500 个符号记录的最高误差矢量进行归一化后得出的。较高功率电平的 EVM %rms 是由仪器的噪声电平导致的。低信号电平的增加会导致信噪比的降低。选择恰当的型号可以得出偏置时的 EVM %rms 本底噪声。

技术指标 (续)

表 3. 除非另有说明, 技术指标均为典型值。

| 数据采集 (Keysight 90000-X 和 90000-Q 系列示波器) | | | |
|-----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| 描述 | | | |
| 采样率 | 每通道高达 80 GSa/s | | |
| 数据采集带宽 | 16/20/25/32 GHz 可升级 | | |
| 通道间抖动 | 700 fs 典型值 | | |
| 噪声 | 0.6 mV rms (10 mV 量程, 32 GHz 带宽) | | |
| ADC 分辨率 | 8 位 /16 位 (内插法) | | |
| 每通道采样存储器 | 每通道高达 2 Gs/s | | |
| 本地振荡器 (LO)(除非另有说明, 均为可保证的技术指标) | | | |
| 描述 | | 选件 500、501 | 选件 510 |
| 波长范围 | 选件 500 | 1527.6 至 1565.5 nm (196.25 至 191.50 THz) | 1528 nm 至 1630 nm |
| | 选件 501 | 1570.0 至 1608.8 nm (190.95 至 186.35 THz) | |
| 最小波长步进 | | 25 GHz | 1 pm |
| 调谐时间 / 扫描速度 | | < 30 s | 50 nm/s |
| 绝对波长精度 | | ± 22 pm | ± 20 pm, ± 5 pm 典型值 |
| 稳定性 (短期) | | 100 kHz | 100 kHz |
| 边模抑制压制比 | | 50 dB 典型值 | ≥ 50 dB |
| RIN | | -145 dB/Hz (10 MHz 至 40 GHz) 典型值 | -145 dB/Hz (0.1 至 6 GHz) 典型值 |
| 高分辨率光谱仪 | | | |
| 描述 | | | |
| 最大频率扫宽 | 31.25/40/50/62.5 GHz | | |
| 本振波长范围 | 1528 nm 至 1630 nm | | |
| 图像抑制 | > 35 dB | | |
| FFT 点数 | 409601 | | |
| 最小 RBW (记录长度 10 ⁶ 个点) | 4 kHz | | |
| 信噪比 | 60 dB (信号输入功率为 7.5 dBm) | | |
| 频率精度 | 绝对值 | ± 5 pm | |

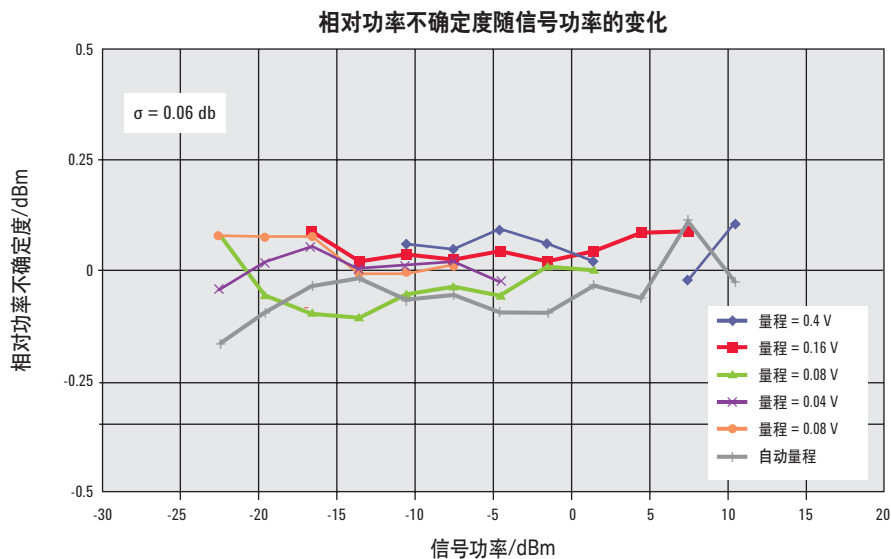


图 37. N4391A (配有内部本振且波长为 1550 nm) 的相对功率不确定度。

技术指标 (续)

表 4. 分析工具。

| 测量显示和分析工具 | | |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 描述 | N4391A 标配 | N4391A 低配版本 |
| 星座图 | 有 | 有 |
| I-Q 图 | 有 | 有 |
| I 和 Q 信号的眼图 | 有 | 有 |
| 误差矢量幅度 | 有 | 有 |
| 频谱 | 有 | 有 |
| 频谱图 | 有 | 有 |
| 频谱分析工具 | 有 | 有 |
| 误差矢量频谱 | 有 | 有 |
| 已探测的比特 | 有 | 有 |
| 相位误差 | 有 | 有 |
| 幅度误差 | 有 | 有 |
| 最初数据 / 时间 | 有 | 有 |
| 相位 / 时间 | 有 | 有 |
| 群时延 | 有 | 有 |
| 频偏 | 有 | 有 |
| 正交误差 | 有 | 有 |
| IQ 偏置 | 有 | 有 |
| IQ 增益失衡 | 有 | 有 |
| 自适应均衡器 | 有 | 有 |
| 可选的相位跟踪带宽 | 有 | 有 |
| 已检测符号的基准信号 | 有 | 有 |
| 庞加莱球的符号偏振 | 有 | 不支持 |
| 不同参数设置的最初数据重放 | 有 | 不支持 |
| 最初数据显示 | 有 | 有 |
| 结果导出格式 | MATLAB (版本 4、5)、csv、txt、sdf、快速 sdf | MATLAB (版本 4、5)、csv、txt |
| 自适应均衡 | 有 | 有 |
| 比特误码率测量 | 可计数的比特 / 符号数量 | 可计数的比特 / 符号数量 |
| | 可检测的误码数量 | 可检测的误码数量 |
| | 比特误码率 | 比特误码率 |
| | 检测到误码时停止采集 | 检测到误码时停止采集 |
| CD PMD 补偿和测量 | 有 | 无 |
| 可配置的 APSK 解码器 | 有 | 无 |
| 不同显示的耦合游标 | 有 | 有 |
| 使用 VBA 和 C# 进行宏编程 | 有 | 无 |
| 数据块模式 (在一个级联模块中分析 4096 个以上符号) | 有 | 无 |
| 环路测试触发支持 | 有 | 无 |
| 数据处理的算法 | 有, 算法数量无限制 | 仅限一种算法 |
| 可用的算法数量 | 6 | 6 |

硬件选件描述

表 4 提供了现有硬件配置的描述和结构图，以及三种可选的本地振荡器。

| 产品型号 | 硬件配置描述 |
|------------------|--------------------------------------------------------|
| 图 40. N4391A-110 | 光调制分析仪，包括 4 通道接收机和分析软件。 该选件是核心硬件，并且包含分析软件，是必选的订购选件。 |

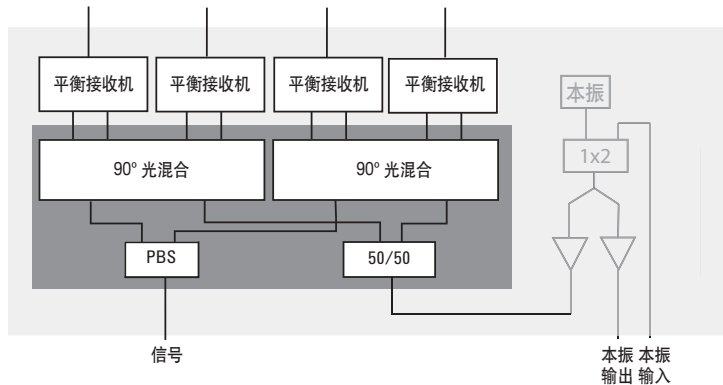


图 41. N4391A-210

内部本地振荡器

针对内部本地振荡器，有 3 种类型的激光器可供选择：

C 或 L 频段 iTLA 具有较慢的调谐速度，C 和 L 频段激光器具有 50 nm/s 的较快调谐速度。选择包含选件模块 5xx 的激光器类型。

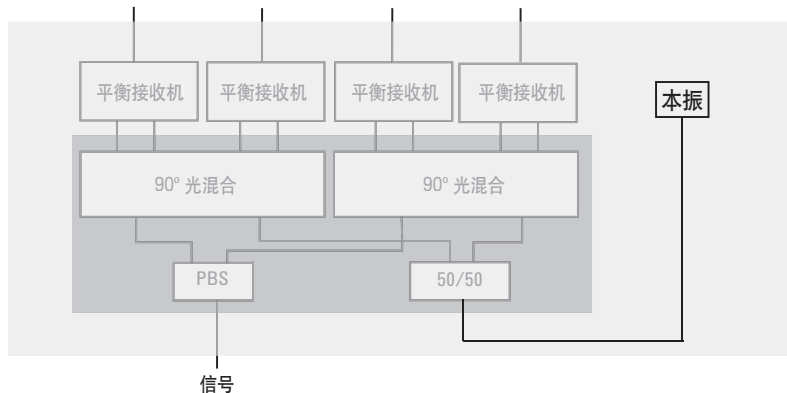
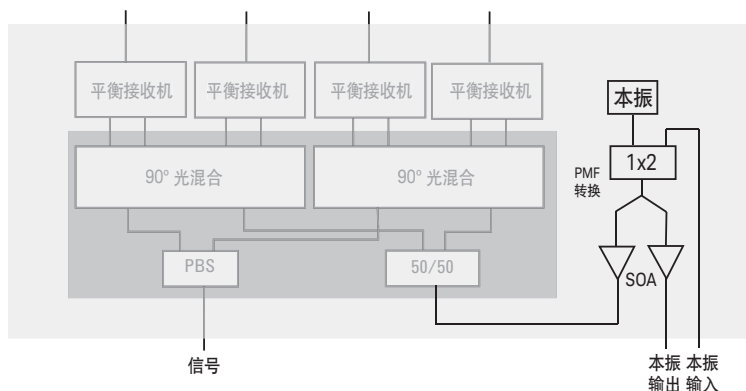


图 42. N4391A-220

内部本地振荡器和外部本地振荡器输入以及本地振荡器。

针对内部本地振荡器，有 3 种类型的激光器可供选择：C 或 L 频段 iTLA 具有较慢的调谐速度，C 和 L 频段激光器具有 50 nm/s 的较快调谐速度。

选择包含选件模块 5xx 的激光器类型。此外，在仪器输出端还提供本地振荡器信号经半导体放大器放大后的输出；外部本地振荡器信号可馈送至接收机，用于零差测试设置。



订货信息

表 5. 配置和订货信息

| 光调制分析仪 | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 型号 | 接收机选件 |
| N4391A-110 | 光调制分析仪, 包括 4 通道接收机和分析软件。 |
| 本地振荡器选件 | |
| N4391A-210 | 内部本地振荡器 |
| N4391A-220 | 内部本地振荡器和外部本地振荡器输入以及本地振荡器输出 |
| 本地振荡器, 可调谐激光源选件 | |
| N4391A-500 | C 频段 iTLA 内部本地振荡器 |
| N4391A-501 | L 频段 iTLA 内部本地振荡器 |
| N4391A-510 | 快速可调 C 频段和 L 频段本地振荡器 |
| 软件分析许可证 | |
| N4391A-420 | 用户可配置的 OFDM 解码器 |
| 数据采集 | |
| N4391A-300 | 配有 20 Ms/ 通道存储器的数据采集选件 (DSA91304) |
| N4391A-320 | Infiniium 示波器, 20 GHz 80 GSa/s 2 通道, 配有 20 Ms/ 通道存储器 (1x DSOX92004A) |
| N4391A-321 | Infiniium 示波器, 25 GHz 80 GSa/s 2 通道, 配有 20 Ms/ 通道存储器 (1x DSOX92504A) |
| N4391A-322 | Infiniium 示波器, 32 GHz 80 GSa/s 2 通道, 配有 20 Ms/ 通道存储器 (1x DSOX93204A) |
| N4391A-Q20 | Infiniium 示波器, 20 GHz 80 GSa/s 4 通道, 配有 20 Ms/ 通道存储器 (1x DSOX92004Q) |
| N4391A-Q25 | Infiniium 示波器, 25 GHz 80 GSa/s 4 通道, 配有 20 Ms/ 通道存储器 (1x DSOX92504Q) |
| N4391A-Q33 | Infiniium 示波器, 33 GHz 80 GSa/s 4 通道, 配有 20 Ms/ 通道存储器 (1x DSOX93304Q) |
| 示波器集成 | |
| N4391A-M00 | 集成 Keysight 90000 示波器 (高达 4x13 GHz) |
| N4391A-M01 | 集成 Keysight 90000 X 示波器 (高达 4x16 或 2x32 GHz) |
| N4391A-M33 | 集成客户拥有的一个 90000 Q 系列示波器和新的 N4391A 光接收机 (高达 4x33 GHz) |
| 低配版本 | |
| N4391A-CONF01 | 固定配置包括 -110 (22 GHz 带宽限制)、-210、-500、Mxx |
| N4391A-CONF11 | 通过软件升级获得完整功能, 达到 33 GHz 系统带宽 |
| 硬件升级选件 | |
| N4391AU-M01 | 集成客户拥有的一个 90000 X 系列 Infiniium 示波器及 N4391A 光接收机 |
| N4391AU-M02 | 90000 X 示波器可从一个升级到两个 |
| N4391AU-E02 | 将 N4391A 选件 210 升级至选件 220 |
| N4391AU-M33 | 升级客户拥有的 N4391A 测试仪, 增添 Infiniium 示波器 20、25 或 33 GHz 80 GSa/s 4 通道 (1x DSOX9xx04Q) |
| 独立软件许可证 | |
| N4391AU-450 | 光调制分析仪分析软件许可证 (独立) |
| N4391AU-451 | 用于 -450 的光调制分析仪硬件连接许可证 |
| 培训 | |
| PS-S20 | 1 天入门培训 (强烈推荐) |

N4391A 相关文献

表 6. 是德科技出版物

| 出版物标题 | 出版物编号 |
|------------------------------------------------|-------------|
| N4391A 光调制分析仪技术资料 | 5990-3509EN |
| 高级光调制制式的测量方法, 白皮书 | 5990-3748EN |
| 基于卡尔曼滤波器的复杂信号的测试和解调, 白皮书 | 5990-6409EN |
| | |
| 网络研讨会: “偏振多路复用幅度和相位调制光信号的相干检测” | |
| 网络研讨会: “使用星座图测试光信号质量” | |
| 网络研讨会: “太比特时代的测试与测量挑战” | |
| 89600 系列矢量信号分析软件 89601A/89601AN/89601N12, 技术概述 | 5989-1679EN |
| AN 150-15: 矢量信号分析基础, 应用指南 | 5989-1121EN |
| AN 1298: 通信系统中的数字调制, 入门应用指南 | 5965-7160E |
| Infiniium DSO/DSA 90000-Q 系列实时示波器, 技术资料 | 5990-9712EN |



myKeysight
www.keysight.com/find/mykeysight
个性化视图为您提供最适合自己的信息!



www.axistandard.org
AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基于 AdvancedTCA 标准的一种开放标准, 将 AdvancedTCA 标准扩展到通用测试和半导体测试领域。是德科技是 AXIe 联盟的创始成员。



www.lxistandard.org
局域网扩展仪器 (LXI) 将以太网和 Web 网络的强大优势引入测试系统中。是德科技是 LXI 联盟的创始成员。



www.pxisa.org
PCI 扩展仪器 (PXI) 模块化仪器提供坚固耐用、基于 PC 的高性能测量与自动化系统。



3年保修
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的3年保修服务完美结合, 从另一途径帮助您实现业务目标: 增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



是德科技保证方案
www.keysight.com/find/AssurancePlans
5年的周密保护以及持续的巨大预算投入, 可确保您的仪器符合规范要求, 精确的测量让您可以继续高枕无忧。



www.keysight.com/quality
Keysight Electronic Measurement Group
DEKRA Certified ISO 9001:2008
Quality Management System

是德科技渠道合作伙伴
www.keysight.com/find/channelpartners
黄金搭档: 是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

ATCA, AdvancedTCA, and the ATCA logo are registered US trademarks of the PCI Industrial Computer Manufacturers Group.

www.keysight.com/find/oma

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息, 请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表, 请访问:
www.keysight.com/find/contactus

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863

是德科技(中国)有限公司

地址: 北京市朝阳区望京北路3号
电话: (010) 64397888
传真: (010) 64390278
邮编: 100102

上海分公司

地址: 上海市虹口区四川北路1350号
中信泰富利通广场5楼、16-19楼
电话: (021) 36127688
传真: (021) 36127188
邮编: 200080

广州分公司

地址: 广州市天河区北路233号
中信广场66层07-08室
电话: (020) 38113988
传真: (020) 86695074
邮编: 510613

成都分公司

地址: 成都高新区南部园区
天府四街116号
电话: (028) 83108888
传真: (028) 85330830
邮编: 610041

深圳分公司

地址: 深圳市福田区
福华一路六号免税商务大厦3楼
电话: (0755) 83079588
传真: (0755) 82763181
邮编: 518048

西安分公司

地址: 西安市碑林区南关正街88号
长安国际大厦D座5/F
电话: (029) 88867770
传真: (029) 88861330
邮编: 710068

是德科技香港有限公司

地址: 香港北角电气道169号25楼
电话: (852) 31977777
传真: (852) 25069292

香港热线: 800-938-693
香港传真: (852) 25069233

